

1021.43058X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): SATO, et al.
Serial No.: Not assigned
Filed: August 22, 2003
Title: COORDINATING CONTROLLER FOR ELECTRIC POWER EQUIPMENT
Group: Not assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

August 22, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Application No.(s) 2002-242815 filed August 23, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Carl J. Brundidge
Registration No. 29,621

CIB/amr
Attachment
(703) 312-6600

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月23日

出願番号

Application Number:

特願2002-242815

[ST.10/C]:

[JP2002-242815]

出願人

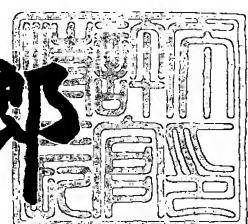
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 4月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3026094

【書類名】 特許願
 【整理番号】 1102006431
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H02J 13/00
 【発明の名称】 電力設備の協調コントローラ
 【請求項の数】 11
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 【氏名】 佐藤 康生
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 【氏名】 渡辺 雅浩
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 【氏名】 小川 謙治
 【特許出願人】
 【識別番号】 000005108
 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
 【代理人】
 【識別番号】 100075096
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 作田 康夫
 【電話番号】 03-3212-1111
 【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013088
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力設備の協調コントローラ

【特許請求の範囲】

【請求項1】

電力系統に連系される電力設備を構成する少なくとも一つの電力消費装置又は電力発生装置を制御するコントローラであって、

前記電力設備外部との通信手段と、

現在の時刻を把握する時刻把握手段と、

前記外部の時刻と同期をとる時刻同期手段と、

前記電力消費装置又は電力発生装置の制御スケジュールを受信する通信手段とを備え、

前記時刻把握手段で得られた時刻に従って前記制御スケジュールを実行することを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項2】

電力系統と連係可能な電力設備内の電力機器を制御するコントローラであって

前記電力設備の外部から送信された前記電力機器に対する制御内容及び当該制御内容の実施時刻に関する制御スケジュールを受信する通信手段と、

現在時刻を把握する時刻把握手段と、

前記時刻把握手段により把握された時刻に従い前記通信手段により受信した制御スケジュールに基づく制御指令を前記電力機器に出力する運転指令出力手段とを備えることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項3】

請求項2において、

前記電力機器は分散型電源、リアクトル又はコンデンサであり、

前記制御スケジュールが前記分散型電源、リアクトル又はコンデンサを前記電力系統に並列させる時刻又は前記電力系統から解列させる時刻に関するものであることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項4】

請求項2において、

前記電力機器は力率調整可能な電力変換装置であり、

前記制御スケジュールが前記電力変換装置の力率設定及び当該力率設定を設定する時刻に関するものであることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項5】

電力系統に連係可能な複数の電力設備内の電力機器に関する情報及び前記電力系統に関する情報を保持する情報保持手段と、

前記電力設備内の電力機器に関する情報及び前記電力系統に関する情報を用いて前記電力設備内の電力機器に対する制御内容及び当該制御内容の実施時刻に関する制御スケジュールを作成する制御スケジュール作成手段と、

前記作成された制御スケジュールを前記電力設備に送信する送信手段とを備えたことを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項6】

請求項5において、

前記制御スケジュール作成手段は、前記電力系統の電力品質を所定の基準値以内に抑えることを制約条件として前記制御スケジュールを作成することを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項7】

請求項6において、

前記電力品質が前記電力系統の瞬時電圧値、定常状態の電圧値又は相電圧の不平衡率であることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項8】

請求項5において、

前記電力設備内の電力機器に関する制御内容及び当該制御内容の実施時刻に関する制御スケジュールを作成する制御スケジュール作成手段と、

前記作成された制御スケジュールにおける前記電力系統における電力品質を解析する解析手段と、

前記解析された電力系統の電力品質が所定の品質を満足していない場合、前記制御スケジュールを修正する制御スケジュール修正手段と、

前記制御スケジュール作成手段により作成された制御スケジュール又は制御スケジュール修正手段により修正された制御スケジュールを前記電力設備に送信する送信手段とを備えたことを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項9】

請求項5において、

前記電力品質が前記電力系統の瞬時電圧値、定常状態の電圧値又は相電圧の不平衡率であることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項10】

請求項5において、

前記制御スケジュールに基づく所定の報酬を得る権利が発生したことを示す信号を前記電力設備に送信する権利発生信号送信手段を備えることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【請求項11】

請求項10において、

前記所定の報酬が前記制御スケジュールによる前記電力設備の売電費用抑制値に応じたものであることを特徴とする電力設備の協調コントローラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電力設備の電力使用を調整するコントローラに関わり、特に、近接需要設備との間で運転スケジュールの協調を行い、配電網における電力品質の維持を実現する手段に関する。

【0002】

【従来の技術】

需要家設備内に設置された分散型電源は、個々の需要家の要求に合わせて、運転されるのが通常である。高効率を求めたベース運転、契約電力を下げるピーク運転、バックアップ運転など、多くの場合、需要家が運転方式を決定して運用している。これら分散型電源が、電力系統に連系される場合には、電力系統側に悪影響を及ぼさないように、一定の約束事を取り交わす。国によって、もしくは、

電力系統を運営する事業者によって、そのガイドラインは異なるが、いずれにしても、個別の電力設備について、それを所有する需要家単位に、審査が行われる。分散型電源の運転状態の全ての可能性について、電力系統の品質を乱さないための要件が求められるため、場合によっては、調相設備の設置を要求されたり、連系自体を認可されないことがある。

【0003】

電力系統を運用する事業者も、それぞれの分散型電源がどのような運転を行っても、定められた電力品質を維持できるように、電力系統の調相設備を設置しなくてはならない。分散型電源は自由に運転されるという前提のもとでは、電力品質の観点で、分散型電源は悪影響を及ぼす方向で評価して、設備配置を考えなくてはならない状況にある。

【0004】

一方で、電力供給源の観点で、分散型電源が供給する有効電力を、電力系統全体で有効に活用しようという考え方は、従来より検討されていることである。例えば、特開2001-86645号のように、分散型電源の運転方法を協調させることで、電力系統の一部分、もしくは、特定の地域内において、発電計画を最適にすることが可能である。有効電力の観点で考えるため、その協調運転の効果を、経済価値に置き換えやすいといえる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

連系を許可した分散型電源全てが自由に運転することを想定した場合、電力系統としては、もっとも厳しい条件で、電力品質の悪化を評価する必要がある。たとえば、容量成分を多く持つ風力発電機等の誘導発電機を備えた分散型電源は、電力系統への並列時に短時間の電圧低下を引き起こすことが懸念される。このような分散型電源の複数が、電力系統に近接して連系して設置される場合には、電力系統の運用を管理する事業者は、それらが同時に並列されても電圧低下が一定以内に抑制できるように、調相設備の計画か、もしくは連系申請に際する条件をつける必要がある。

【0006】

しかしながら、これらの分散型電源が、極めて近い時刻に、電力系統に並列することは、稀なことである。このように、連系を許可した分散型電源全てが自由に運転することを想定することは、電力系統全体として、それを想定した電力品質の管理というのは、過剰な設備の投資につながる。

【0007】

【課題を解決するための手段】

分散型電源を含めた電力発生装置、および電力消費装置によって構成される電力設備の複数について、それらの協調運転を調整するコントローラを設置する。協調コントローラは、全体の協調をスケジューリングする運転指令システムから、自身の電力設備に関する運転スケジュールを受信する機能を有している。また、時刻同期手段を備えていて、配信されたスケジュールに従い、系統への解列並列のタイミング、および、力率調整、出力量の調整および運転方式のモード切替えなどを実施できる手段を備える。

【0008】

運転指令システムの内部で実施された解析計算手段および計画作成手段において、電力系統での品質を一定以内に維持できることを制約条件として、個々の電力設備について運転指令が組まれた協調スケジュールが生成される。系統への解列並列による短時間の電圧低下の回避や、電力設備複数の力率による電圧分布の調整、電圧不平衡の抑制などについて、電力系統全体について評価している。上記の協調スケジュールは、日単位もしくは週単位などで、制御する内容およびその実施時刻について指令組み合わせを記述したものになる。

【0009】

個々の電力設備において、協調コントローラが協調スケジュールに従って電力設備の運転を調整することによって、上記課題に示したように、連系を許可した分散型電源全てが自由に運転することを想定する必要がなくなる。たとえば、容量成分を多く持つ誘導発電機を備えた分散型電源の複数が、電力系統へ近接して連系している場合、それら分散型電源は若干秒ずらして並列されることが保証される。したがって、電力系統を運用する立場から見ると、調相設備の計画においては設備投資の抑制が期待できる。また、分散型電源を運用する立場から見ると

、連系申請の審議において必要要件が緩和されて、経済的な効果を得ることができる。

【0010】

分散型電源が電力系統の電力品質に与える悪影響と好影響の両面を有効に活用することにより、電力系統運用者および電力設備運用者の全体として、電力品質維持に使用する設備コストを最小限に行えるため、これら複数事業者において経済的効果を共有することが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】

図1に、本発明を用いた協調コントローラを備えた電力設備の機能構成を示す。協調コントローラ101は、電力設備102内に設置されている。また、電力設備102は電力系統103に連系していて、連系設備104により系統への並列および解列が実現される構成になっている。

【0012】

まず、協調コントローラが配置される電力設備の概要を説明する。電力設備102内部には電力機器が配置されている。本実施例では電力系統103には、連係設備104、構内変圧器105を介して、複数の電力消費装置106が接続している。また、電力発生装置として分散型電源(DPR)107が設置されていて、電力変換装置108を介して、構内配線および電力系統103に連系している。分散型電源の系統連系に際しては、制御盤110が設置されていて、連系設備104の並列解列制御および系統連系に必要な保護機能や単独運転検出機能などを実現している。そのために、電力設備内で系統電圧を観測する装置111からの入力を取り込む構成となっている。

【0013】

次に、協調コントローラの内部構成と、外部インターフェースを説明する。協調コントローラは、通信手段112を備えていて、外部の通信回線113を介して、データ送受が行える機能を備えている。この通信手段には、大きく2つの役割がある。

【0014】

通信手段の役割の一つは、電力設備に対する制御スケジュールを受け取ることにある。このため、外部より受信したスケジュールを記憶するスケジュール保持手段114に格納する機能を備えている。

【0015】

通信手段の役割のもう一つは、外部との時刻同期を行うことである。このために、時刻同期手段115を備えていて、通信によって、遠方の時刻サーバと時刻同期を行うことができる。この時刻同期を時刻把握手段116に対して働きかけことで、協調コントローラ内部タイマは、外部の時刻サーバと同期させることができが可能となっている。

【0016】

このほかの協調コントローラの機能としては、外部との通信以外に関係の無いものもある。スケジュール通りに制御を実施するか否かの判断には、電力設備の電気的状況を条件とする必要がある。このために、前記の電圧観測装置111などから値を取り込む観測値入力手段117を備えている。

【0017】

以上により、スケジュール保持手段、時刻把握手段、観測値入力手段が実現される。これらを入力として、スケジュールの実施を判断する機能が、スケジュール実行判定手段118および運転指令出力手段119である。スケジュール実行判定手段118においては、常にスケジュール実行について、その要否が検討されている（処理フローは後述）。スケジュールに記載された指令実行条件がそろった時に、運転指令出力手段119によって、電力設備に対する運転指令出力を実施する。図1の場合には、3つの出力系が実装されている。連系設備104を管理する制御盤110に対して並列指令および解列指令が出力される。電力変換設備108に対して力率調整指令が出力される。また、分散型電源107に対しては運転モードの切替えや出力調整に関する指令が出力される。

【0018】

なお、これらの制御指令は、スケジュール全体として、外部の電力設備との協調を図られたものである。したがって、電力設備は、電力系統の品質維持に貢献できる運転を行うことが実現される。スケジュールの作成については後述する。

【0019】

図2により、協調コントローラを備えた電力設備の機能構成について、図1とは別形態を示す。まず、協調コントローラが配置される電力設備の概要を説明する。協調コントローラ201、および、電力設備202、電力系統203の関係は、図1の場合のそれらと凡そ同等である。ただし、電力設備202と電力系統203の間の連系点204には、連系設備を備えておらず、系統への並列および解列を制御できる電力設備とはなっていない。

【0020】

図1の場合と同様に、電力設備202内部には、構内変圧器を介して、複数の電力消費装置205が接続している。図1と異なる点としては、力率を補償する装置として、コンデンサ206やリアクトル207が構内配線および電力系統203に連系している。これら装置205～207の投入遮断については、制御盤208によって制御されている。制御盤208は、電力設備内で系統電圧を観測する装置209からの入力を取り込む構成となっている。

【0021】

次に、協調コントローラの内部構成と、外部インターフェースを説明する。協調コントローラ内部において、スケジュール保持手段、時刻把握手段、観測値入力手段およびスケジュール実行判定手段の機能構成については、図1と同様である。異なる点は、運転指令出力手段210の外部インターフェースである。図2の場合には、運転指令出力手段210によって、制御盤208に対して、装置205～207の投入遮断に関する指令が出力される。

【0022】

図1の場合と同様に、これらの制御指令は、スケジュール全体として、外部の電力設備との協調を図られたものである。したがって、図2の電力設備についても、電力系統の品質維持に貢献できるように、調相を調整した運転を行うことが実現される。スケジュールの作成については後述する。

【0023】

次に、図3を用いて、スケジュール実行判定手段内部の処理フローを説明する。基本的に、協調コントローラは常時連続運転のため、処理フローは、起動時の

み初期処理を行った後、反復処理を継続する。

【0024】

初期処理としては、起動301を受けた後、まず、スケジュール保持内容確認302の処理を実施する。図1のスケジュール保持手段114から、スケジュールデータを引き出す。判定処理303によって、引き出されたスケジュールの有無、および、有効なものかを確認する。もし、有効なスケジュールデータが確認できなかった場合には、スケジュール配信待処理304において、新規にスケジュールが配信されるまで待機する。したがって、スケジュールに基づく制御は実施されない。有効なスケジュールが確認された場合には、反復処理に移行する。

【0025】

反復処理の最初として、次回指令内容・時刻獲得処理305によって、次回に予定されている指令内容およびその時刻について、スケジュールデータから取り出す（スケジュールデータの表記方法については後述）。ここで得られた次の指令時刻について、時刻把握処理306で把握した時刻と比較する処理を、指令時刻到達判定307で行う。なお、時刻把握処理にて時刻把握手段116より得られる時刻情報は、この処理フローとは別途動作している時刻同期手段115によって時刻サーバと同期していることが保証されている。

【0026】

指令時刻到達判定307の結果、指令時刻に達していた場合には、指令内容実行処理308において、上記の処理305で獲得した指令内容を運転指令出力手段119に引き渡す。指令時刻に達していない場合には、制御指令は出力させずに時刻待ちとなるが、新しいスケジュールの配信がなかったか確認しておく。スケジュール配信確認処理309で、スケジュール保持手段114に有効な更新があったかどうかを示すフラグ情報を獲得し、判定処理310にて判断する。スケジュールの更新があった場合には、次回指令内容・時刻獲得処理305をやりなおす。

【0027】

上記スケジュールデータの表記方法の一例について、図4を用いて説明する。これは外部より受信する制御スケジュールの伝送内容と等価な内容である。本実

施例では、スケジュールデータは、図4のリストのように、XML記述で表現されている。Scheduleタグ401をルートとして、一連のデータが記述されている。

【0028】

まず、冒頭部402には、スケジュールデータ自体の属性を示すヘッダ情報が示されている。図4にあるように、スケジュールデータの認識ID、スケジュール作成した配信元、スケジュールを実行する配信先、および、スケジュールの作成日時や有効期限などが記載されている。図3に示したスケジュール実行判定手段においては、スケジュール保持内容確認302や次回指令内容・時刻獲得処理305などで、この冒頭部402の内容を確認して、スケジュールの有効性を確認している。

【0029】

図4のリストの後半部403には、電力設備内部の装置に対する指令内容を表記するCommandタグの複数がリストアップされている。この例では、タグ404～タグ406までが記載されている。タグ404では、制御対象“ShR001”を午前8時01分に並列することが示されている。同様に、タグ405では、制御対象“ShR01”を午後8時01分に解列することが示されている。このようにして、分散型電源や補償装置などの系統への並列解列操作をスケジュールとして記載している。同じ文法に従って、タグ406では、制御対象“DPR01”について、運転力率を変更することが記載されている。このようなタグをリスト構造で格納することによって、力率のパターン運転をスケジュールとして記載できる。

【0030】

さて、上述したように、協調コントローラに伝送される制御指令は、スケジュール全体として、複数の電力設備との協調を図られたものにすることが可能となっている。このような電力設備の協調運転装置に指令を与えるスケジュールの作成を行うシステムとして、本実施例では“運転指令システム”を説明する。つまり、図4のリストは、運転指令システムによって作成されている。運転指令システムには、協調スケジュールの対象とする電力系統および電力設備の諸データが

管理されていて、制御対象装置名称（たとえば“S h R 0 1”）は、運転指令システムに事前に登録された内容を参照していることになる。

【0031】

まず、図5に、運転指令システムの機能構成を示す。基本的には、運転指令システムは、計算機システムである。サーバとなる計算機501を中心に、この運転指令システムが管轄する複数の電力設備に関するデータベース502およびそれらが連系する電力系統に関する情報を格納したデータベース503を配している。また、通信装置504により、通信回線505を介して、電力設備内にある協調コントローラとのデータ送受が可能な機能を備えている。上述したように、このデータ送受機能によるスケジュールの配信によって、協調コントローラは、電力設備内の電力消費装置・電力発生装置に対する制御指令を出力する。

【0032】

なお、運転指令システムの運用には、人間系の監視・管理が及ぶこともあるので、CRT506やキーボード507などの入出力GUIを備えている。また、協調コントローラの個々が正しく標準時間に同期できるように、運転指令システム内部には、時刻同期サーバが設置されている。

【0033】

さて、協調コントローラに送付されるスケジュールは、図5の計算機501にて作成される。電力設備全体として協調されたスケジュールを作成する目的は、一定期間において、それらが連係する電力系統網における電力品質を維持することである。電力系統での品質を一定基準以内に維持できることを制約条件として、個々の電力設備について運転指令が組まれた協調スケジュールが生成される。上述の例のように、協調スケジュールは、日単位もしくは週単位などで、制御する内容およびその実施時刻について指令組み合わせを記述したものになる。この図5の計算機501における処理フローの一例を、図6に示す。運転指令システムも常時連続運転のため、処理フローは、起動時のみ初期処理を行った後、反復処理を継続する構成となる。

【0034】

システム起動601の後、まず初期処理として、電力設備データ読取処理602

において、データベース502に保持されている各電力設備内の電力消費装置・電力発生装置の構成および電気的特性を参照する。たとえば、電力消費装置の消費電力量（登録値）や、制御可能な手段（負荷遮断機能とその容量、力率調整機能とその調整幅）のデータが読み取られる。このデータベース502の登録情報は、運用指令システムに参画する電力設備所有者よりデータ提供をうけているもので、適時に内容更新されている。

【0035】

同様に、電力系統データ読取処理603において、データベース503に保持されている電力品質を管理したい電力系統の構成情報、電気的特性および運用計画を参照する。たとえば、線路や変圧器などの機器の接続形態、および、それら機器のインピーダンスデータが読み取られる。データベース503については、電力系統網を所有する事業者からデータ提供をうけている。

【0036】

運転指令システムは、以上の初期処理で必要最小限のデータを収集した後、反復処理に移行する。スケジュール作成周期は、日単位もしくは週単位となってい。定刻起動待処理604にて、適切な起動タイミングを判定する。たとえば、日単位のスケジュール作成の場合、前日の夕刻にスケジュール作成処理を開始して、夜間にスケジュール配信ができるなどを考慮した起動タイミングが設定されている。

【0037】

起動タイミングを満たした場合は、まず、協調計画初期化処理605によって、協調計画データ606をゼロクリアする。その上で、必要な電力設備の制御を追加していく処理を継続する。

【0038】

運用データ読取処理607では、電力系統における運用状態を把握する。たとえば、季節時間に依存した特定地域の需要予測や、電力系統内の調相設備の入切に関するデータである。これらを入手した後、解析計算手段608にて、電力系統における電力品質を評価する。この計算手法は目的とする電力品質に依存するが、たとえば、潮流計算によって、各相電圧を評価する。

【0039】

この結果を、判定609にて、目的品質満足であるかを判定する。もし、目的品質を満足していない場合には、協調計画追加修正処理610によって、電力設備における制御を追加修正する。協調計画追加修正の処理内容も、計算手法は目的とする電力品質に依存する。たとえば、電力設備内の遮断機能付き調相設備について、投入遮断をDynamic Programmingなどで割り当てる。協調計画追加修正処理では、基本的には、制御スケジュールを逐次追加して、満足解を求める。制約条件が厳しい場合は、非劣解を求める手法を用いる。

【0040】

協調計画追加修正処理610をゼロ回以上繰り返して得られた協調計画（空の場合も含む）によって、判定609が満足された場合には、スケジュールデータ配信処理611が実施される。図5における通信機能504によって、得られた協調計画を協調コントローラの各々に配信する。ここで配信は、時間的に余裕度を持って行われる。たとえば、翌日の計画を実行1時間前から配信を開始する。処理611は、配信パス切換機能や再送機能を有していて、通信網の一時的な不具合などによる伝送失敗を回避できる。

【0041】

さて、上述したように、目的とする電力品質は種々考えられる。たとえば、系統への解列並列による短時間の電圧低下の回避や、電力設備複数の力率による電圧分布の調整、電圧不平衡の抑制などである。その目的によって、解析計算手段608や、協調計画追加修正手段610の詳細は異なる。また、実際のシステムでは、適時、運用者が着目した目的品質について設定する。したがって、ここでのアルゴリズムは目的に応じて柔軟に変えることが望ましい。以降では、この協調計画追加修正処理内容、およびそこで参照するデータの内容について、図を用いて、幾つかの例を説明する。

【0042】

図7に、分散型電源の投入における一時的な電圧低下（以下、電圧ディップ）を一定以内に抑制する協調計画追加修正手段の一例を示す。開始701の時点では、各種データの読み取り、および協調計画前の想定状況における解析計算は終

了している。ここで協調スケジュールは、翌日一日分を対象範囲としていて、解析計算も、翌日一日内の全時間断面について、各機器の挙動を踏まえた潮流計算が行われている。

【0043】

まず、分散型電源投入一覧作成処理702により、操作対象の分散型電源の一覧を作成する。読み込み済みの電力設備データから、計画作成対象の時間帯において電力系統に投入されて、かつ、一定以上の誘導容量を持つ分散型電源を選択する。また、投入時刻から一定の時間幅を、その分散型電源の影響範囲と規定する。

【0044】

次に、電圧ディップ時刻一覧作成処理703により、検討対象の電圧ディップを抽出する。解析結果から、上記分散型電源の投入時刻近傍で発生して、かつ、許容幅以上の電圧ディップを発生させている時刻を探索し、その時刻と発生している発生場所について一覧を作成する。なお、系統的に連続した場所で発生している電圧ディップは一つのものと判断し、最も電圧が下がっている地点を発生場所とする。以降の処理では、この一覧に含まれる電圧ディップ時刻の一つずつについて、それを解消するために、分散型電源の投入時間の協調を図る。

【0045】

まず、解決地点時刻選択処理704において、上記電圧ディップ時刻リストから、一つの時刻について着目する。ここで判定705により、選択する時刻がないとなれば、全ての問題が解消されたことになる。選択対象があれば、これを解消するスケジュールを作成する手順に移行する。

【0046】

該当分散型電源選択処理706において、分散型電源投入一覧の中から、着目している時刻帯を影響範囲に含み、かつ、同一配電線路に接続し、かつ、発生場所から所定の系統距離に連系する分散型電源を選択する。ここで、複数の分散型電源が選択された場合には、投入タイミングの調整によって、問題の電圧ディップを解消できる可能性がある。

【0047】

投入時刻調整処理707において、上記処理706で選択した分散型電源全てについて、個々の分散型電源の影響範囲が重複しないように、投入タイミングを前後にシフトするスケジューリングを作成する。この結果を協調計画として追加して、次の解決時刻選択処理704に移行する。

【0048】

図7のような協調計画追加修正手段610を繰り返すことによって、全体として電圧ディップを回避するスケジューリングが実施される。たとえば、図8のように、誘導発電機（IG）を持つ電力設備A（801）とB（802）が、近接して電力系統803に連系する場合を考える。協調を一切とらなかった場合、電力設備は個々の事情により朝に連系するので、図9のように、非常に近い時間帯（図9では8：30）に投入されると、901と902の電圧ディップが問題化する。このような状態に対して、上記の手段により、図8では、それぞれの電力設備の要求を若干修正して、電力設備A連系設備804が8：31に投入、電力設備B連系設備805が8：30投入されるスケジューリングが組まれる。図10のように、1001と1002の電圧ディップは許容範囲内となる。

【0049】

このように、本発明を用いて、電圧ディップを回避することを運転指令システムが保証することができる。従来では、補償装置なくして系統連系認可が受けられない容量の風力発電機についても、設備投資を最小限にして、系統連系が実現される。

【0050】

別の協調計画追加修正処理を説明する。図11は、配電網における定常電圧値の上下限制約を満足させることを目的とした協調計画追加修正手段の一例を示す。主に分散型電源が多く連系された場合、この上下限違反が懸念される。図7と同様に、開始1101の時点では、各種データの読み取り・解析計算は終了している。解析計算は、翌日一日内の全時間断面について、各機器の挙動を踏まえた潮流計算が行われている。

【0051】

まず、分散型電源出力力率一覧作成処理1102により、操作対象の分散型電

源の一覧を作成する。読み込み済みの電力設備データから、計画作成対象の時間帯において電力系統に連系されて、かつ、一定以上の出力計画を持つ分散型電源を選択する。また、調相遮断一覧作成処理1103により、計画作成対象の時間帯において電力系統に投入もしくは遮断可能な調相設備の一覧を作成しておく。

【0052】

次に、電圧上下限違反一覧作成処理1104により、検討対象とする電圧上下限違反を検索する。解析結果から、定常状態と判断できる一定時間以上の許容幅以上の電圧変化について、発生場所と時刻の一覧を作成する。発生場所は、配電変電所以下の配電フィーダ単位で管理する。つまり同一のフィーダで発生する電圧違反は同一問題として取り扱う。発生時刻は、着目したフィーダにおいて制約違反が最も激しい（二乗誤差最大などの）時点を採用する。

【0053】

まず、解決地点時刻選択処理1105において、上記電圧上下限違反一覧から、一つの問題について着目する。図7の場合と同様に、ここで判定1106により、選択する問題があるならば、これを解消するスケジュールを作成する手順に移行する。

【0054】

該当分散型電源・負荷選択処理1107より、着目している配電フィーダについて、連系する分散型電源および調相設備の全てを抽出する。これらを制御変数として、問題時刻の電圧分布を最適化する制御について組み合わせ問題を求める。力率調整・調相遮断決定1108において、力率調整可能な分散型電源については調整可能な範囲での力率を連続変数として、調相設備の入り切りについては離散変数として、整数混合問題の準最適解を求める最適化計算を行う。ここで求めた結果を、協調計画として追加して、次の解決時刻選択処理1105に移行する。

【0055】

図11のような協調計画追加修正手段610を繰り返すことによって、全体として電圧上下限制約を回避するスケジューリングが実施される。たとえば、図12のように、投入遮断可能な調相設備を有する電力設備A（1201）と、電

力変換器を介して接続する分散型電源を有するB（1202）が、近接して電力系統1203に連系する場合を考える。協調を一切とらなかった場合、夜間の時間帯に、図13のように、投入状態の1204に起因する電圧上昇1301と、電力設備Bの分散型電源出力に起因する電圧上昇1302によって、平常時に過電圧となる問題が発生する。これに対し、上記の手段により、図12では、電力設備A連系設備1204が夜間に遮断した後、また、電力設備Bの電力変換機の力率を調整するスケジュールが採用される。図14の1401と1402のように、電圧上下限制約を満足する。

【0056】

分散型電源の種別によっては、力率調整以外の手段として、一時的な出力調整が可能なことがある。たとえば、一時的な過負荷運転が可能なエンジン発電機や、圧縮着火エンジンに代表される低効率大出力の運転モードを備えるような分散型電源を備える電力設備の場合には、協調コントローラからこれらの運転モードを切り換えることを、上記の最適化問題の制御変数として、取り扱うことが可能である。

【0057】

このように、本発明を用いて、電圧の上下限制約について運転指令システムが保証することができる。特に、電力系統の電圧低下を招きやすい風力発電等の誘導発電機を含む分散電源を系統に並列させる場合でも、電圧低下を回避することができる。従来では、電圧違反を起こすたびに、遮断しなくてはならなかった分散型電源についても、最大限の期間で運転させることが可能となる。太陽光発電のように、電圧変動が激しい場合でも有効である。また、分散型電源自体が持つ力率調整などの調相能力を活用し、調相設備の投資抑制も期待できる。

【0058】

図11と同様の考え方で、配電網における三相電圧の不平衡（具体的には相電圧不平衡率等）の調整を協調目的とすることも可能である。電力設備データとして各電力設備の接続相を取り扱うことによって、調相設備や分散型電源の調整によって、不平衡調整を達成できる。接続相のバランス調整工事を必要最小限に抑制できるため、投資抑制につながる。

【0059】

以上のように、本発明の協調コントローラを用いることにより、電力設備を日々などの簡単なスケジュールにおいて協調を図ることで、電力系統の品質を維持することに活用できる。つまり、電力系統運用者および電力設備運用者の全体として、電力品質維持に使用する調相設備コストを最小限に行えるため、これら複数事業者において経済的効果が得られる。

【0060】

電圧品質維持のための活用と同時に、分散型電源の協調をとることは発電設備の効率化の意味も大きい。個々の分散型電源が無為に発電効率最大を求める、連系拒否、強制遮断などに終わることがあるが、本発明の協調コントローラを用いることにより、協調をとることで、全体としての発電量最大化の協調が実現される。

【0061】

このような経済的効果のため、協調コントローラの通信能力の上に、上記の経済効果を共有するビジネスモデルを実現する手順を実装することが可能である。以下に、この本発明に関わるビジネス形態について説明する。

【0062】

図15は、運転指令システムを運用する事業者を中心として、各事業者のビジネス関係の概略を示したものである。1501は運転指令システムを運用する事業者（以下、運転指令システム運用者）、1502は配電網を運用している事業者（以下、配電網運用者）、1503は協調コントローラを設置した電力設備を運用する事業者（以下、電力設備運用者。つまり需要家）の複数である。

【0063】

電力設備運用者1503は、分散型電源および逆潮流設備を有して売電力が可能な電力設備の場合には、配電網運用者1502との間に、売電力1504およびその報酬1505のやり取りが行われている。

【0064】

これとは別途、運転指令システム運用者1501との金銭的やり取りが行われる。まず、運転指令システム運用者1501は、上記実施例に説明したように、

制御スケジュール1506を各々の電力設備運用者1503に実行させる。制御結果は、運転指令システム運用者1501から、制御結果報告1507として、配電網運用者1502に通達される。この通達を持って、配電網運用者1502は、所定の調相報酬1508を、運転指令システム運用者1501に支払う。運転指令システム運用者1501は、この報酬を各々の電力設備運用者1503に分配する。ただし、上記制御スケジュールによっては、全体の電力品質のために、売電電力量を抑制された電力設備運用者が存在する。報酬の分配ではこれを補正するための売電報酬補正を算出し、先の調相成果報酬を加えて調相報酬分配／売電報酬補正1511を引き渡す関係にある。

【0065】

図16を用いて、本発明に関わるビジネスの時系列的な流れについて、もう少し細かく説明する。図15と同様に、1601は運転指令システムを運用する事業者、1602は配電網を運用している事業者、1603は協調コントローラを設置した電力設備所有者である。

【0066】

まず、1604のやり取りに有るように、運転指令システムのスケジュール作成目的が事前に協議される。運転指令システム運用者1601と配電網運用者1602の協議によって、目標とする電力品質の管理と、その報酬が事前に取り決められる。

【0067】

その後に、運転指令システム運用者1601は、電力設備運用者1603を募集するやりとり1605を行う。電力設備運用者1603がコンソーシアム参加を申請してきた際には、運転指令システム運用者1601による審査を行う。必要な設備データを電力設備運用者1603から得た後、本実施例で説明してきた計算手段により、配電網の電力品質に致命的な問題を起こさないことをチェックする。これを確認した後、電力設備運用者1603に対して協調コントローラ設置を行う。

【0068】

別途、運転指令システム運用者1601は、配電網運用者1602に対して電

力設備運用者1603の連系申請諸手続きについて代行する手続き1606を行う。これにより、電力設備運用者1603は電力系統への連系が可能となる。

【0069】

電力設備運用者1603が分散型電源および逆潮流設備を有して売電力が可能な電力設備の場合には、配電網運用者1602との間に、売電力およびその報酬のやりとり1607が行われる。ここでの手続きは、従来の電力量の売買に関する諸制度に従って遂行されるもので、運転指令システム運用者1601は介さない。

【0070】

協調制御に関するやりとり1608は、別途行われる。まず、運転指令システム運用者1601は、上記実施例に説明したように、配電網の電力品質を維持するための所定目的を満足させるために、制御スケジュールを各々の電力設備運用者に実行させる。この目的は、1604で取り決められたものである。これに対する制御結果が、運転指令システム運用者1601から配電網運用者1602に通達されて、配電網運用者1602は所定の調相報酬を運転指令システム運用者1601に支払う。

【0071】

運転指令システム運用者1601は、この報酬を各々の電力設備運用者1603に分配する。ただし、上記制御スケジュールによっては、全体の電力品質のために、売電電力量を抑制された電力設備運用者が存在する。報酬の分配ではこれを補正するため、売電報酬補正を算出する。全電力設備所有者と通した売電報酬補正の合計値はゼロである。この売電報酬補正值と、先の調相成果報酬を加えたものが、調相報酬分配／売電報酬補正である。

【0072】

やりとり1607および1608は、スケジュールの更新周期（上記の実施例は日単位）ごとに実施されて、適時、決済処理される。

【0073】

【発明の効果】

本発明の協調コントローラを用いることにより、連系を許可した分散型電源全

てが自由に運転することを想定する必要がなくなる。電力系統を運用する立場から見ると、分散電源が自由に運転を行って電力系統の電圧低下等の品質低下を回避することができる。さらに、調相設備の計画においては設備投資の抑制が期待できる。また、分散型電源を運用する立場から見ると、連系申請の審議において必要要素が緩和されて、経済的な効果を得ることができる。

【図74】

分散型電源が電力系統の電力品質に与える悪影響と好影響の両面を有効に活用することにより、電力系統運用者および電力設備運用者の全体として、電力品質維持に使用する設備コストを最小限に行えるため、これら複数事業者において経済的効果を共有することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を用いた協調コントローラを備えた電力設備の一例。

【図2】

本発明を用いた協調コントローラを備えた電力設備の別構成。

【図3】

協調コントローラの処理フロー。

【図4】

制御スケジュールの伝送内容の一例。

【図5】

運転指令システムの機能構成。

【図6】

運転指令システムの処理フロー。

【図7】

協調計画作成手順の一例（その1）。

【図8】

電力系統における協調運転の一例（その1）。

【図9】

電力系統における協調運転の一例（協調前）（その1）。

【図10】

電力系統における協調運転の一例（協調後）（その1）。

【図11】

協調計画作成手順の一例（その2）。

【図12】

電力系統における協調運転の一例（その2）。

【図13】

電力系統における協調運転の一例（協調前）（その2）。

【図14】

電力系統における協調運転の一例（協調後）（その2）。

【図15】

本発明に関わるビジネス形態。

【図16】

本発明に関わるビジネスフロー。

【符号の説明】

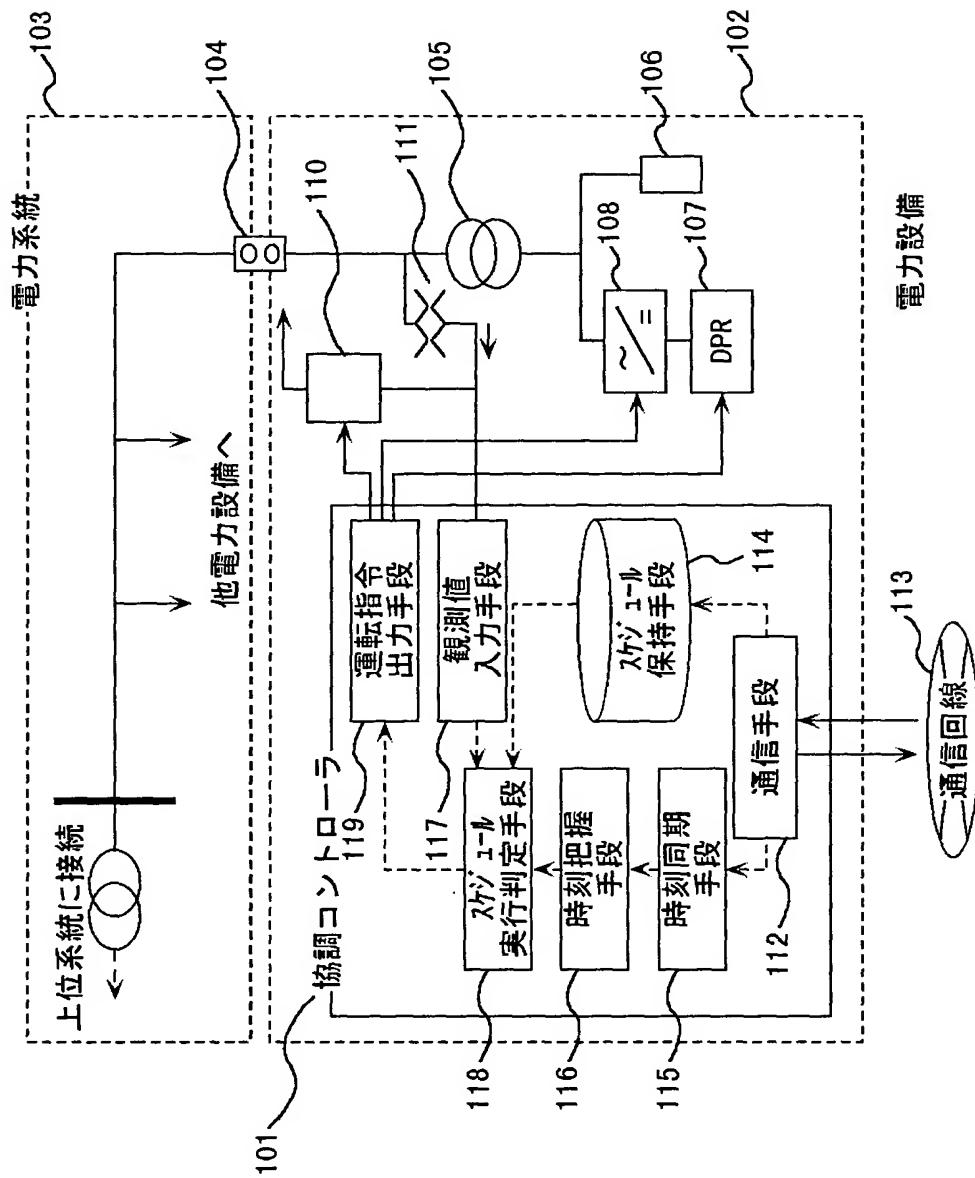
101, 201…協調コントローラ、102, 202, 801, 802, 1201…電力設備、103, 203, 803, 1203…電力系統、104…連係設備、105…構内変圧器、106, 205…電力消費設備、107, 1202…分散型電源、108…電力変換装置、110, 208…制御盤、111, 209…系統電圧観測装置、112…通信手段、113, 505…通信回線、114…スケジュール保持手段、115…時刻同期手段、116…時刻把握手段、117…観測値入力手段、118…スケジュール実行判定手段、119, 210…運転指令出力手段、204…連係点、206…コンデンサ、207…リアクトル、301…起動、302…スケジュール保持内容確認、303, 310…判定処理、304…スケジュール配信待処理、305…次回指令内容・時刻獲得処理、306…時刻把握処理、307…指令時刻判定処理、308…指令内容実行処理、309…スケジュール配信確認処理、401…Scheduleタグ、402…リスト冒頭部、403…リスト後半部、404～406…タグ、501…計算機、502, 503…データベース、506…CRT、507…キーボード、601…シス

システム起動、602…電力設備データ読取処理、603…電力系統データ読取処理、604…定刻起動待処理、605…協調計画初期化処理、606…協調計画データ、607…運用データ読取処理、608…解析計算手段、609、705、1106…判定、610…協調計画追加修正処理、701、1101…開始、702…分散型電源投入一覧作成処理、703…電圧ディップ時刻一覧作成処理、704…解決地点時刻選択処理、706…該当分散型電源選択処理、707…投入時刻調整処理、901、902、1001、1002…電圧ディップ、1102…分散型電源出力力率一覧作成処理、1103…調相遮断一覧作成処理、1104…電圧上下違反一覧作成処理、1105…解決地点時刻選択処理、1107…負荷選択処理、1204…投入状態、1301、1302…電圧上昇、1401、1402…電圧上下制約、1501、1601…運転指令システム運用者、1502、1602…配電網運用者、1503、1603…電力設備運用者、1504…売電力、1505…報酬、1506…制御スケジュール、1507…制御結果報告、1508…調相報酬、1511…売電報酬分配／調相報酬補正、1606…連係申請代行手続、1607…売電力およびその報酬のやりとり、1608…協調制御に関するやりとり。

【書類名】 図面

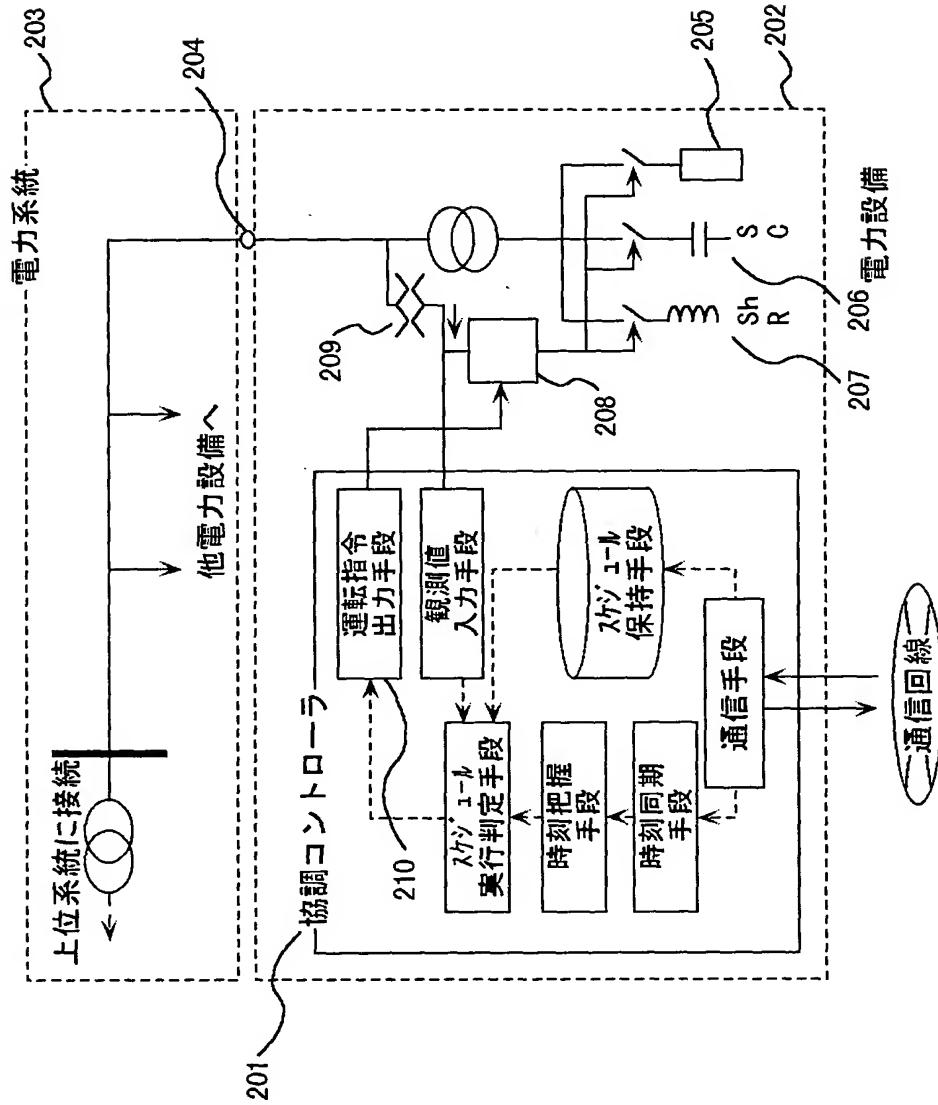
【図1】

図 1



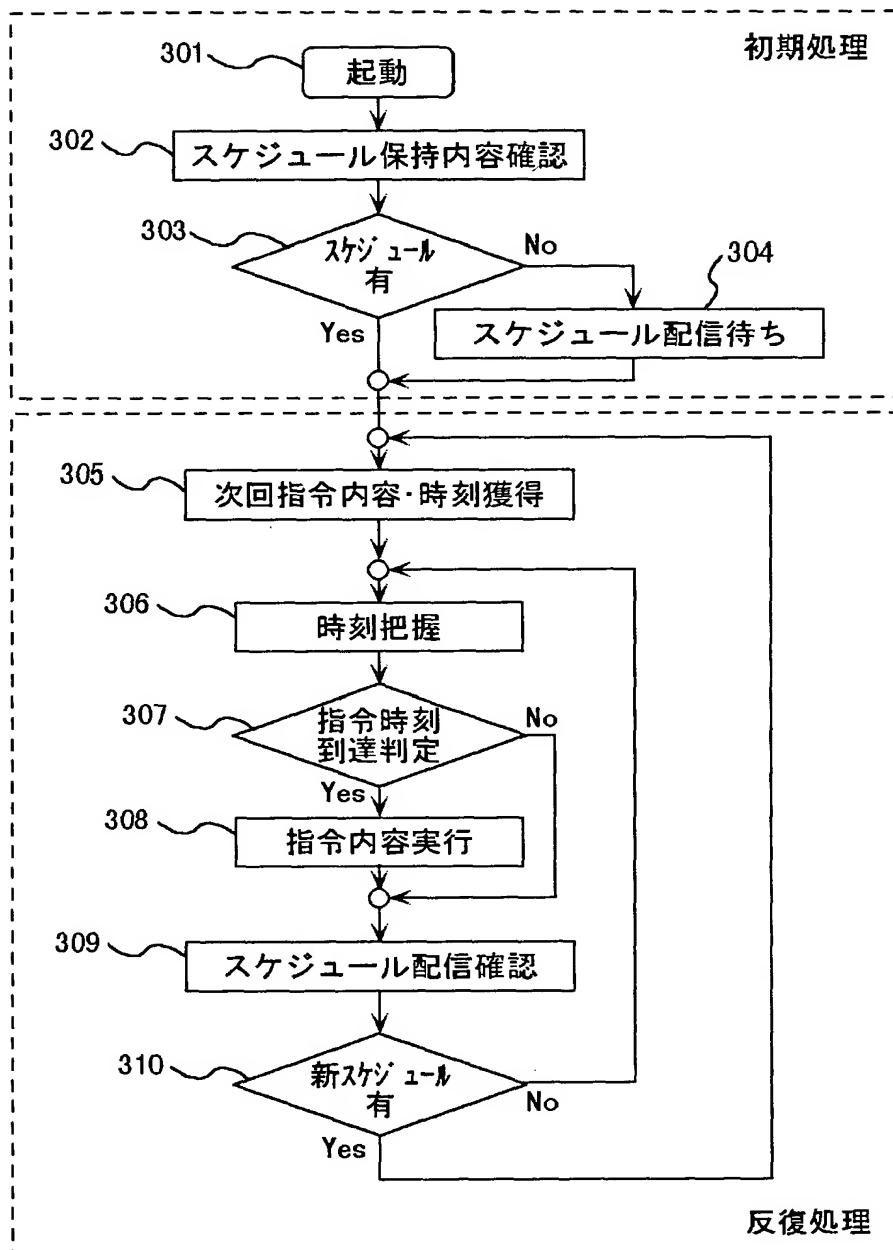
【図2】

図 2



【図3】

図 3



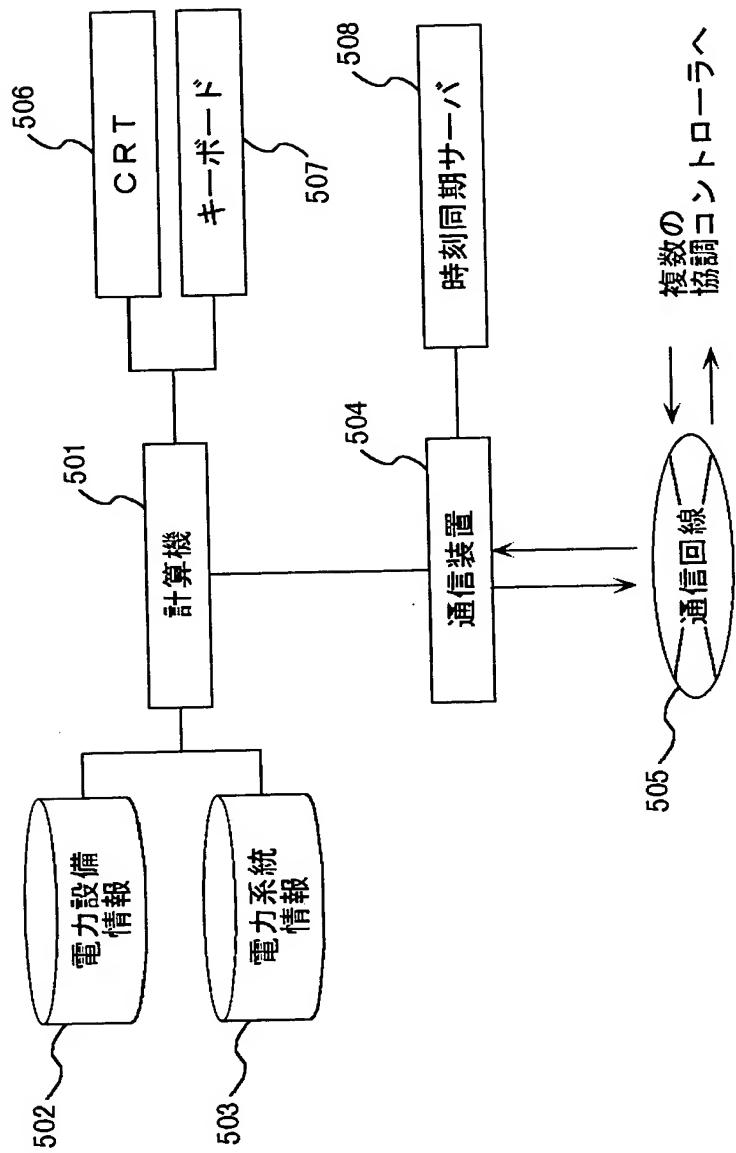
【図4】

図 4

```
401
<Schedule>
<Head>
  <ScheduleID>CS077</ScheduleID>
  <From>Center001</From>
  <To>CS</To>
  <PublishTimestamp>2001.01.01.00.00.00</PublishTimestamp>
  <Valid>2001.01.01.23.59.59</Valid>
<Head>
<CommandList>
  <Command>
    <ExecTimestamp>2001.01.01.08.01.00</ExecTimestamp>
    <Target>ShR01</Target>
    <Operation>Off</Operation>
  </Command>
  <Command>
    <ExecTimestamp>2001.01.01.20.01.00</ExecTimestamp>
    <Target>ShR01</Target>
    <Operation>On</Operation>
  </Command>
  <Command>
    <ExecTimestamp>2001.01.01.20.01.00</ExecTimestamp>
    <Target>DPR01</Target>
    <Operation arg=0.95>Factor</Operation>
  </Command>
</CommandList>
</Schedule>
```

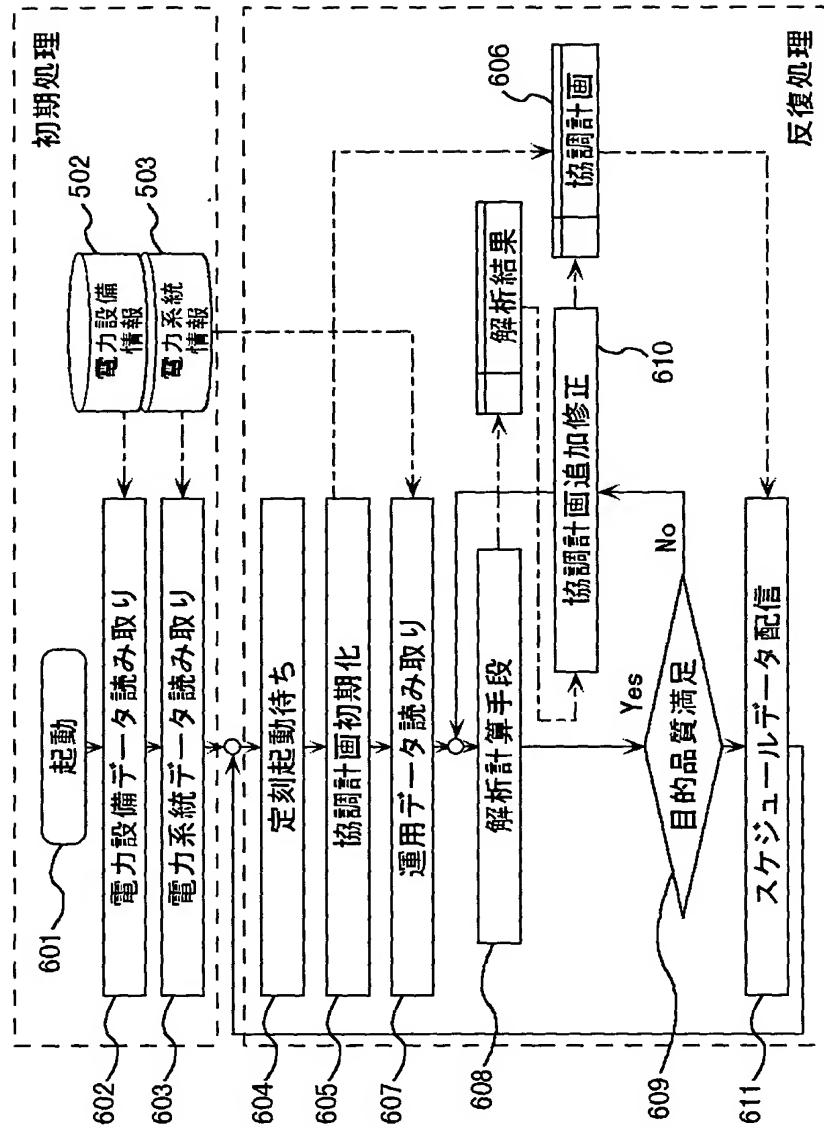
【図5】

図 5



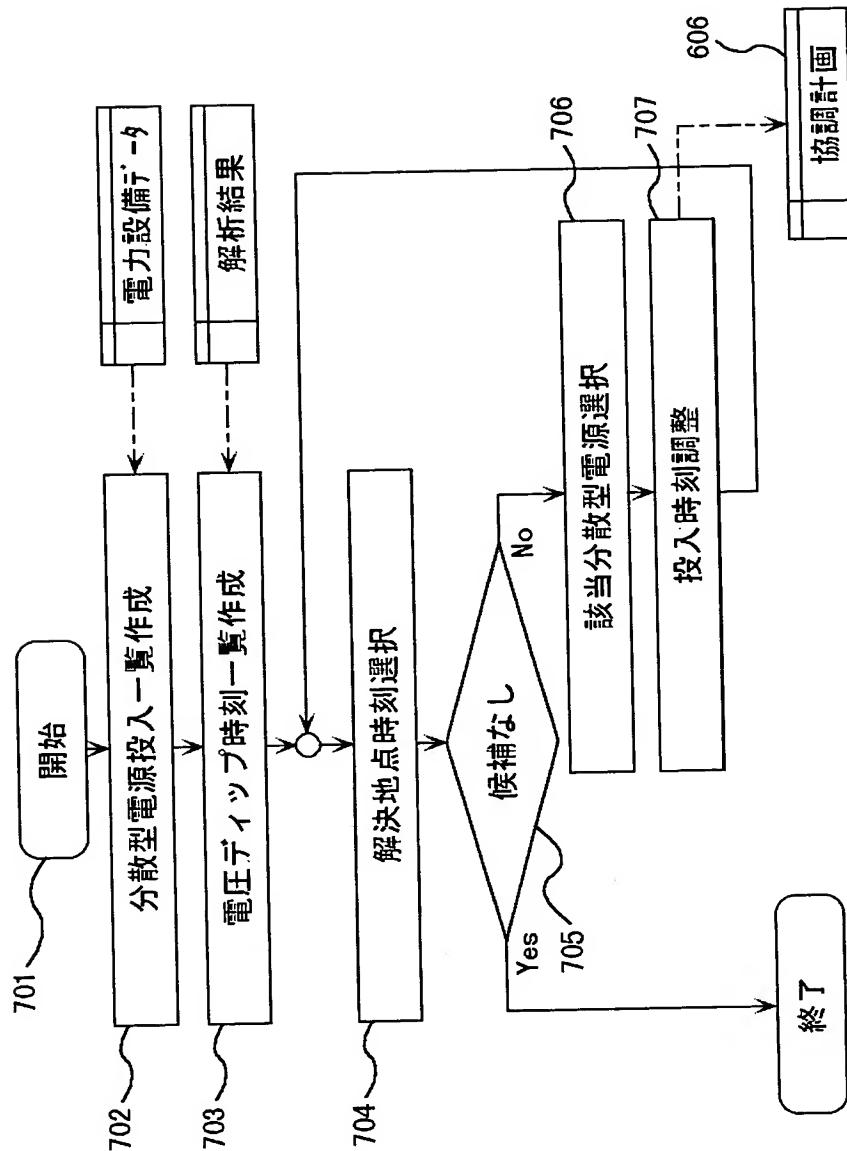
【図6】

図 6



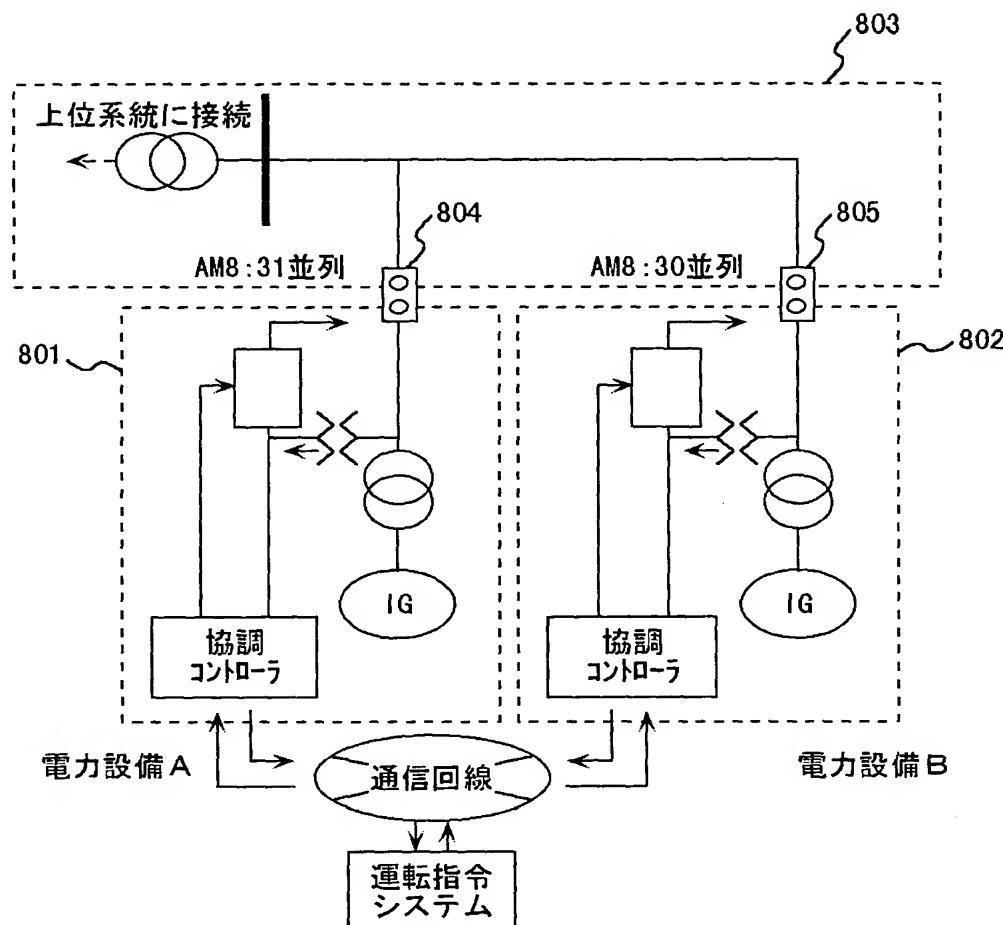
【図7】

図 7



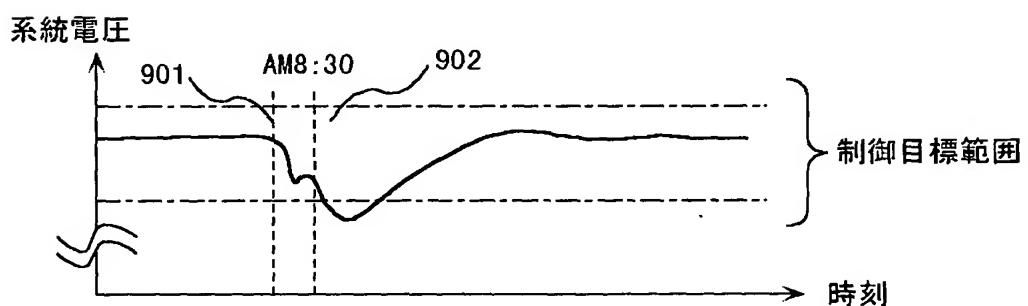
【図8】

図 8



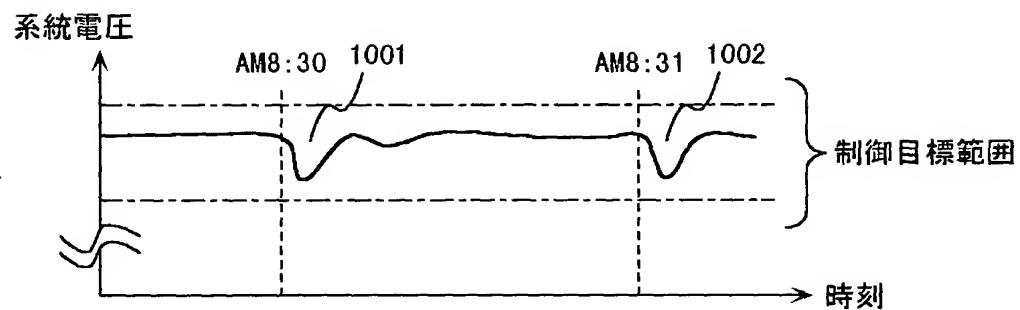
【図9】

図 9



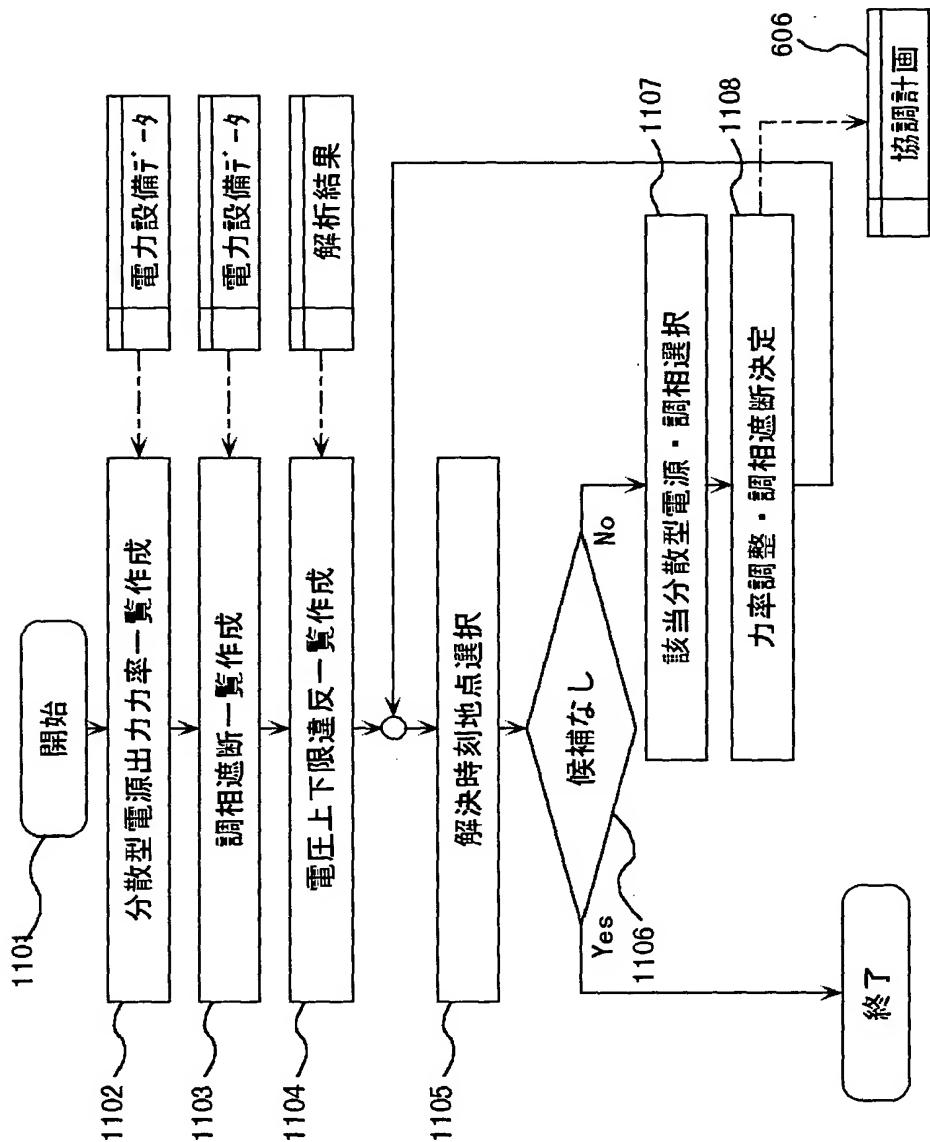
【図10】

図 10



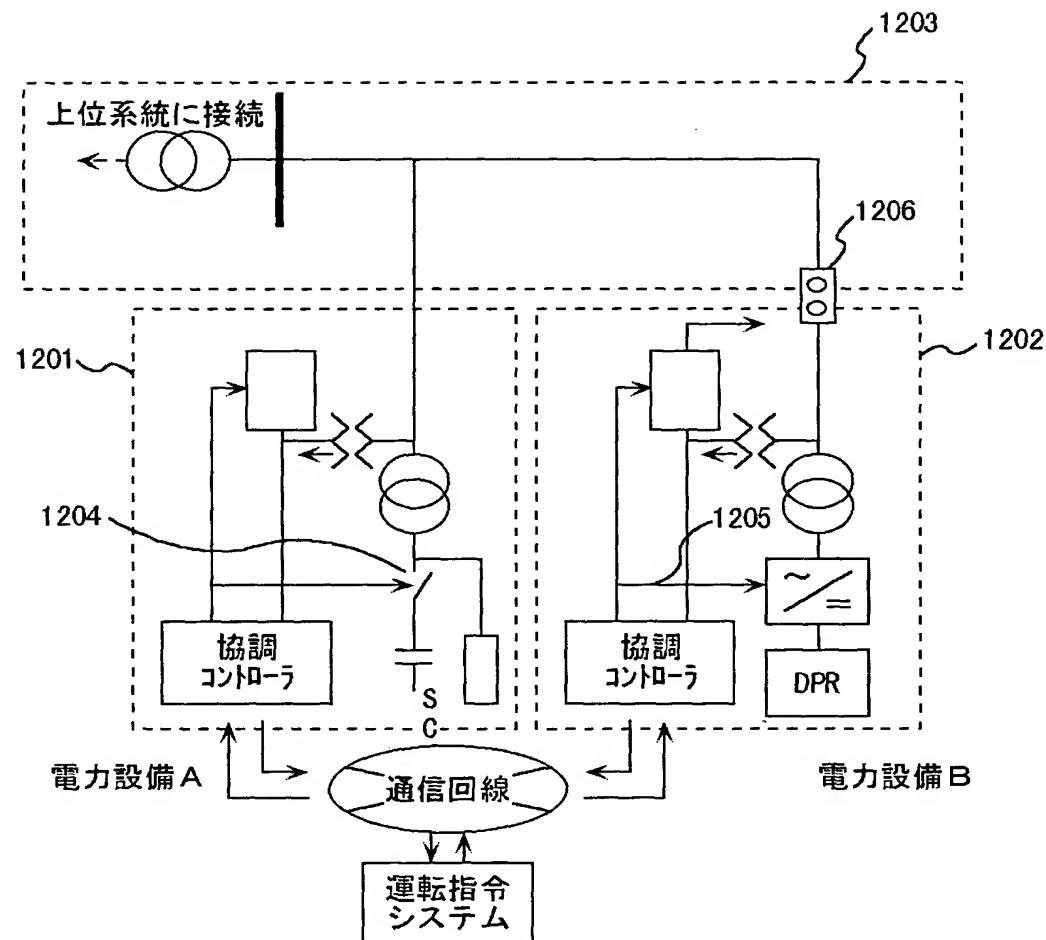
【図11】

図 11



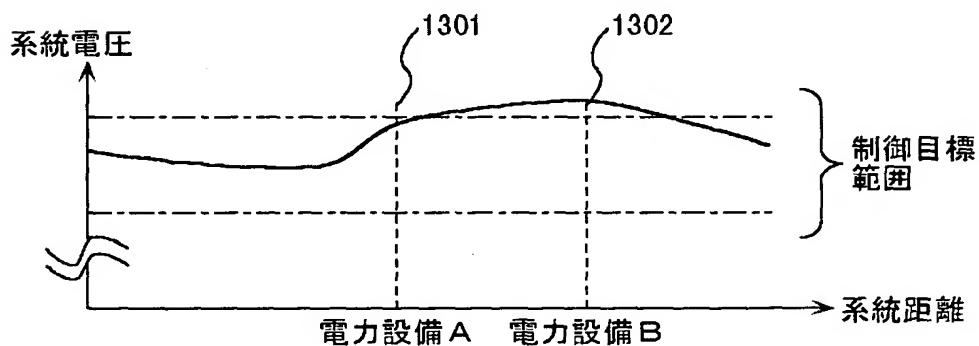
【図12】

図 12



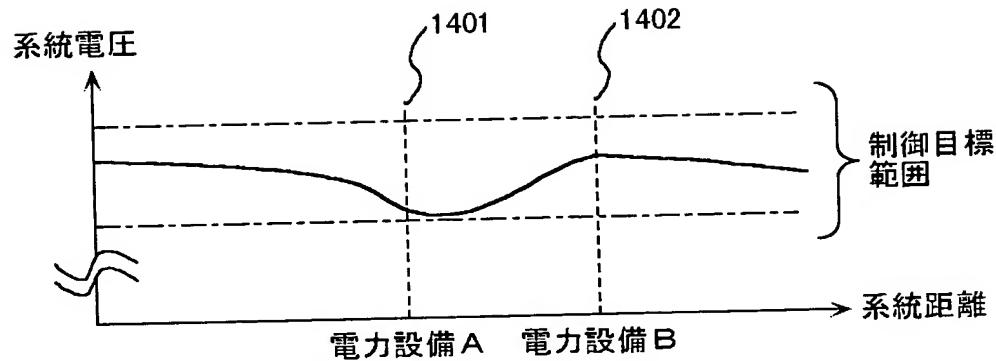
【図13】

図 13



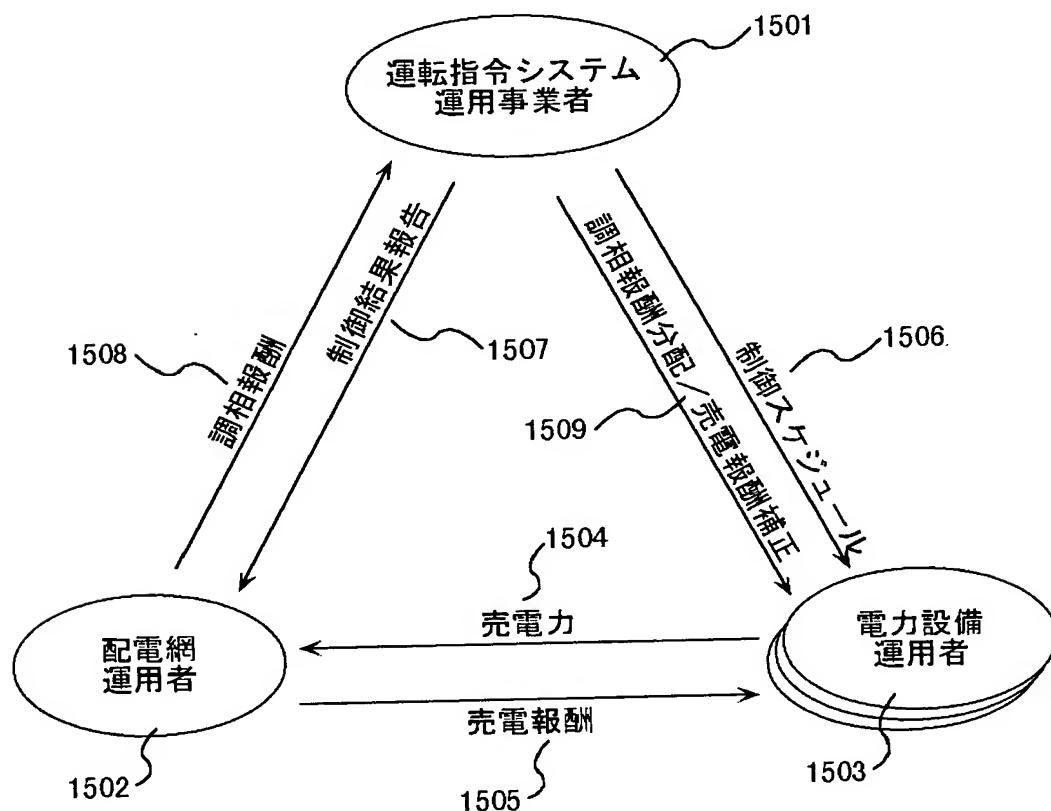
【図14】

図 14



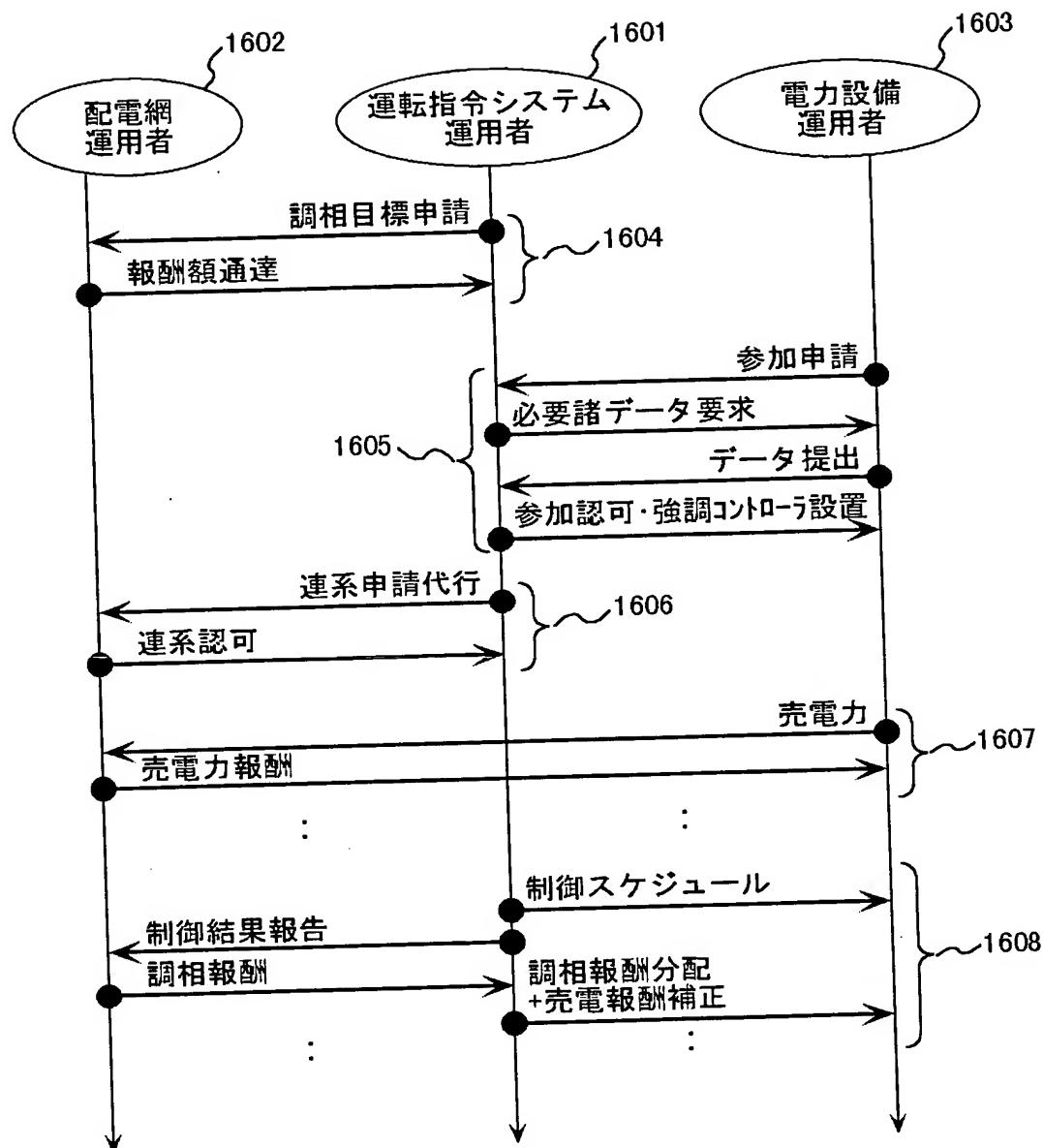
【図15】

図 15



【図16】

図 16



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

電力系統に対し連系を許可した分散型電源全てが自由に運転すると、電力系統の電圧値等の電力品質が低下する場合がある。

【解決手段】

分散型電源103に、電力設備外部との通信手段112と、現在の時刻を把握する時刻把握手段116と、外部の時刻と同期をとる時刻同期手段115と、電力消費装置又は電力発生装置の制御スケジュールを受信する通信手段112とを備え、時刻把握手段116で得られた時刻に従って制御スケジュールを実行する協調コントローラ101を設ける。

【効果】

分散電源の運転による電力系統の電圧低下等の電力品質の低下を回避することができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-242815
受付番号	50201247261
書類名	特許願
担当官	第七担当上席
作成日	平成14年 8月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 8月23日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所